



DE4002228

Biblio

Page 1

Drawing

**No English title available.**

Patent Number: DE4002228

Publication  
date: 1991-08-01Inventor(s): ENTENMANN ROBERT DIPL ING (DE); PHILIPP MATTHIAS DIPL ING (DE); TORNO  
OSKAR (DE); ROHDE SIEGFRIED DR ING (DE); ROTHHAAR ULRICH DIPL ING (DE);  
STENGEL BERNHARD DIPL PHYS (DE); UNLAND STEFAN DIPL ING (DE)

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Requested  
Patent: ☐ DE4002228Application  
Number: DE19904002228 19900126Priority Number  
(s): DE19904002228 19900126IPC  
Classification: F02D41/02; G01D1/18; G01H1/00; G01L9/00; G01M15/00EC  
Classification: F02D41/14D3, F02D41/34B2, F02D41/36, F02P7/077Equivalents: ☐ EP0465614 (WO9111602), B1, JP2944746B2, JP4504605T, ☐ WO9111602**Abstract**

In a process for determining the working stroke of each cylinder of a four-stroke engine, the signal from at least one combustion-monitoring sensor is recorded and the working stroke of the monitored cylinder, and hence that of the other cylinders as well, is derived from the signal level. The signals are obtained, for example, from knock sensors which provide a higher signal level because of the mechanical operating noise within certain crank angle ranges during the movement of a cylinder piston. The working stroke of a monitored cylinder can be determined by identifying this increased signal level.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 40 02 228 A 1

51 Int. Cl. 5:  
F 02 D 41/02  
G 01 M 15/00  
G 01 L 9/00  
G 01 H 1/00  
G 01 D 1/18

21 Aktenzeichen: P 40 02 228.5  
22 Anmeldetag: 26. 1. 90  
43 Offenlegungstag: 1. 8. 91

DE 40 02 228 A 1

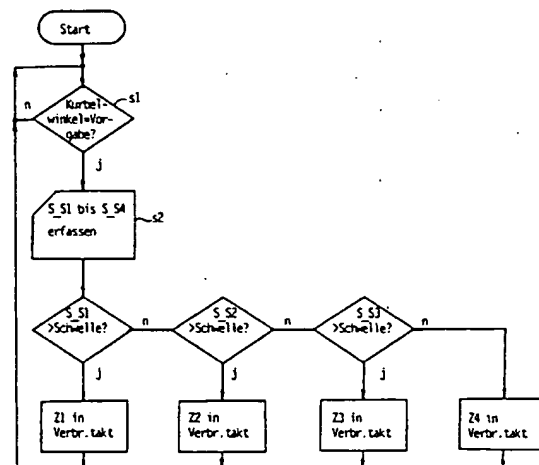
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Entenmann, Robert, Dipl.-Ing. (FH), 7141 Benningen, DE; Rohde, Siegfried, Dr.-Ing., 7141 Oberriexingen, DE; Stengel, Bernhard, Dipl.-Phys., 7146 Tamm, DE; Unland, Stefan, Dipl.-Ing., 7141 Schwieberdingen, DE; Philipp, Matthias, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Torno, Oskar, 7141 Schwieberdingen, DE; Rothhaar, Ulrich, Dipl.-Ing. (FH), 7000 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Arbeitstakterkennung bei einem Viertaktmotor

57 Bei einem Verfahren zum Erkennen des jeweiligen Arbeitstaktes der Zylinder eines Viertaktmotors wird das Signal von mindestens einem Verbrennungsablauf-Sensor erfaßt und aus dem Pegel des Signals wird auf den Arbeitstakt des überwachten Zylinders, und damit auch der anderen Zylinder, geschlossen. Genutzt werden die Signale z. B. von Klopfensoren. Diese liefern aufgrund mechanischer Arbeitsgeräusche innerhalb bestimmten Kurbelwinkelbereichen der Bewegung eines Zylinderkolbens erhöhten Signalpegel. Demgemäß kann aus dem Erkennen eines solchen erhöhten Signalpegels auf den Arbeitstakt eines überwachten Zylinders geschlossen werden.



DE 40 02 228 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen des jeweiligen Arbeitstaktes der Zylinder eines Viertaktmotors. Die vier Takte eines solchen Motors werden in folgenden als Ansaugtakt, Verdichtungs- 5 takt, Verbrennungstakt und Ausstoßtakt bezeichnet. Bei elektronischen Steuerungsvorgängen ist es für verschiedene Signale von Bedeutung, den Arbeitstakt eines jeden Zylinders genau zu kennen. Z. B. bei elektronischer Zündung mit Einzelfunkenspulen muß genau bekannt sein, wann sich ein Kolben um eine vorgegebene Kurbelwinkeldifferenz vor dem oberen Totpunkt des Verbrennungstaktes befindet.

## Stand der Technik

Zur Zylindererkennung sind insbesondere zwei Verfahren bekannt. Das eine nutzt die Signale von einem Zündverteiler. An einer Zündleitung ist ein Induktivsensor angeordnet, der alle 720° Kurbelwinkel ein Signal aus- 10 gibt, da alle 720° Kurbelwinkel ein Zündsignal an den jeweiligen Zylinder gegeben wird. Dem Auftreten dieses Sensorsignals ist der Arbeitstakt des überwachten Zylinders genau zugeordnet. Ist der Arbeitstakt dieses einen Zylinders bekannt, liegt auch fest, in welchem jeweiligen Arbeitstakt sich die anderen Zylinder befinden.

Das andere weitverbreitete Verfahren nutzt Signale von einem Nockenwellensensor. Die Nockenwelle dreht sich bei zwei Umdrehungen der Kurbelwelle nur einmal, so daß nach jeweils 720° Umdrehung der Kurbelwelle jeweils ein Sensorsignal ausgegeben wird. Aufgrund der Motorkonstruktion sind dem Auftreten dieses Sensorsignals die Arbeitstakte der einzelnen Zylinder genau zugeordnet. 35

In der Automobilelektronik besteht grundsätzlich der Wunsch, eine gewünschte Informationsmenge mit so wenig Sensoren wie möglich zu erhalten. Demgemäß bestehen seit langem Bemühungen, die Arbeitstakterkennung bei Viertaktmotoren so auszubilden, daß hierzu keine besonderen Sensoren erforderlich sind, wie der genannte Induktivsensor an einer Zündleitung oder der Nockenwellensensor. 40

## Darstellung der Erfindung

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Erkennen des jeweiligen Arbeitstaktes der Zylinder eines Viertaktmotors wird das Signal von mindestens einem Verbrennungsablauf-Sensor erfaßt und aus dem Pegel des Signals wird auf den Arbeitstakt des überwachten Zylinders und damit auch der anderen Zylinder geschlossen. 50

Als Verbrennungsablauf-Sensoren kommen insbesondere zwei Arten von Sensoren in Betracht, nämlich 55 Drucksensoren, die den Druck im Inneren eines Zylinders überwachen, und Klopfensensoren, die Körperschall-schwingungen des Motorblocks messen, um aus übermäßig großen Signalen innerhalb einem vorgegebenen Kurbelwinkelbereich auf klopfende Verbrennungen zu schließen. 60

Verfügt ein Motor über Drucksensoren, ist in jedem Zylinder ein solcher angeordnet, um in jedem einzelnen Zylinder den Verbrennungsablauf überwachen und dadurch beeinflussen zu können. Zur Zylindererkennung reicht es jedoch aus, das Signal von einem dieser Sensoren zu erfassen. Alle 720° Kurbelwinkel tritt an jedem Sensor ein besonders hohes Signal auf, nämlich dann, 65

wenn der Zylinderdruck sein Maximum erreicht. Wird der Pegel des Signals von einem Drucksensor mit einem Schwellenwert verglichen, der nur während des Verbrennungsvorgangs überschritten wird, steht dann der Arbeitstakt des überwachten Zylinders, und damit der jeweilige Takt der anderen Zylinder fest, wenn ein Überschreiten des Pegels erfolgt.

Werden entsprechende Vergleiche wie der eben beschriebene für alle Drucksensoren ausgeführt, ist Zylindererkennung nicht nur alle 720° Kurbelwinkel, sondern alle 720/n° Kurbelwinkel möglich, wobei n die Anzahl der Zylinder des Viertaktmotors ist. Eine noch schnellere Zylindererkennung ist dann möglich, wenn nicht nur ein Vergleich mit einem Schwellenwert ausgeführt wird, sondern wenn der Verlauf des Signals von mindestens einem Drucksensor in einem vorgegebenen Kurbelwinkelbereich überwacht wird. Aus dem Verlauf des Signals, also aus dem Ausmaß des Zu- oder Abnehmens des Pegels des Signals, läßt sich auf den Arbeitstakt des überwachten Zylinders rückschließen. 20

Werden Klopfensensoren verwendet, wird deren Signal vorteilhafterweise über einen jeweiligen Kurbelwinkelbereich ausgewertet, von dem bekannt ist, daß in ihm der überwachte Motor besonders starke Geräusche liefert, die auch dann auftreten, wenn der Motor nicht klopft. Es handelt sich hierbei um Geräusche, wie sie insbesondere auftreten, wenn ein Nocken auf einen Ventilteller schlägt, wenn ein Ventil auf seinen Stütz schlägt oder wenn ein Kolben kippt. Alle drei eben genannten Geräuscharten treten in einem Bereich um den oberen Totpunkt eines Kolbens zwischen dem Ende des Ausstoßtaktes und dem Beginn des Ansaugtaktes auf. Derartige Geräusche werden von zwei Sensoren, die an unterschiedlichen Stellen eines Motorblocks angeordnet sind, für jeden einzelnen Zylinder mit jeweils unterschiedlicher Stärke erfaßt. Es ist also jeweils bekannt, von welchem Zylinder Geräusche herrühren. Überschreiten die Geräusche von einem vorgegebenen Zylinder einen Schwellenwert, ist bekannt, daß dieser Zylinder gerade denjenigen Kurbelwinkelbereich durch- 25 lief, in dem die besonders starken Geräusche auftreten. Damit ist der Arbeits- bzw. Gaswechseltakt dieses Zylinders bekannt.

## Zeichnung

Die Erfindung wird im folgenden anhand von durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Motorblocks mit vier Zylindern mit jeweils einem Drucksensor pro Zylinder und mit einem Kurbelwinkelsensor;

Fig. 2 ein Flußdiagramm zum Erläutern eines Verfahrensablaufs, bei dem die Signale von Verbrennungssensoren zur Arbeitstakterkennung verwendet werden;

Fig. 3 eine Darstellung entsprechend der von Fig. 1, jedoch mit zwei Klopfensensoren statt mit vier Drucksensoren;

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Schaltung zum Auswerten der Signale von Klopfensensoren; und

Fig. 5 ein Flußdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens, das Signale von Klopfensensoren zum Erkennen der Arbeitstakte von Zylindern verwendet.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Vorab sei darauf hingewiesen, daß die Anordnungen gemäß den Fig. 1, 3 und 4 bekannt sind. Diese Anord-

nungen werden in neuer, zusätzlicher Art und Weise verwendet, wofür die Flußdiagramme der Fig. 2 und 5 Beispiele geben.

In der schematischen Darstellung eines Motorblocks 10 gemäß Fig. 1 sind vier Zylinder Z1–Z4 als Kreise dargestellt. In jedem Zylinder ist ein Drucksensor angeordnet. Diese sind mit S1–S4 bezeichnet. Sie geben Signale S1–S4 aus. Jedes Signal erreicht etwa um OT des jeweiligen Zylinders ein Maximum. Wann die jeweiligen Kurbelwinkel erreicht sind, ist durch einen Kurbelwinkelsensor 11 erfaßbar.

Bei dem durch Fig. 2 veranschaulichten Verfahren wird in einem Schritt s1 so lange überprüft, ob der Kurbelwinkel einen von zwei vorgegebenen Werten erreicht hat, bis dies der Fall ist. Die zwei vorgegebenen Werte sind solche Kurbelwinkelwerte, bei denen für jeweils zwei der Zylinder maximaler Verbrennungsdruck in Frage kommt, z. B. für die Zylinder Z1 und Z4, bei einer Zündfolge Z1-Z3-Z4-Z2. In einem anschließenden Schritt s2 werden die vier Signale S1–S4 erfaßt und in anschließenden Schritten wird überprüft, welches der vier Signale einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Dasjenige Signal, das über dem Schwellenwert liegt, zeigt an, daß der zugehörige Zylinder sich im Verbrennungstakt befindet. Damit liegen auch die Arbeitstakte der anderen Zylinder fest.

Das Verfahren gemäß Fig. 2 kann leicht auf verschiedene Arten abgewandelt werden. So müssen in Schritt s2 nicht alle vier Signale erfaßt werden, sondern es reicht aus, diejenigen zwei Signale zu erfassen, für die aufgrund des Kurbelwinkels die Möglichkeit des Überschreitens des Schwellenwertes besteht. Es seien dies z. B. die Signale S2 und S3. Es können dann beide Signale auf ein Überschreiten des Schwellenwertes hin überprüft werden. Es reicht jedoch auch aus, nur das eine Signal zu überprüfen, z. B. das Signal S2. Überschreitet dies den Schwellenwert, liegt fest, daß sich der Zylinder Z2 im Verbrennungstakt befindet. Bleibt es unter dem Schwellenwert, liegt fest, daß Zylinder S3 im Verbrennungstakt ist.

Die bisher genannten Varianten ermöglichen eine Arbeitstakterkennung alle 180° Kurbelwinkel. Werden Meßwerte nur bei einem einzigen vorgegebenen Kurbelwinkel erfaßt, ist eine Arbeitstakterkennung alle 360° Kurbelwinkel möglich. Wird das Signal nur von einem einzigen Drucksensor verwendet, ergibt sich eine Erkennungsmöglichkeit alle 720° Kurbelwinkel.

Bei dem durch Fig. 2 veranschaulichten Ausführungsbeispiel werden die Signale von den Drucksensoren S1–S4 lediglich mit einem Schwellenwert verglichen. Wird stattdessen der Verlauf mindestens eines der Signale über einen jeweils vorgegebenen Kurbelwinkelbereich ausgewertet, ist eine Arbeitstakterkennung bereits nach weniger als 180° Kurbelwellenumdrehung möglich.

Das Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 3–5 arbeitet mit Klopfensoren statt mit Drucksensoren.

Fig. 3 stellt wiederum einen Zylinderblock 10 mit vier in Reihe angeordneten Zylindern Z1–Z4 dar. Zwischen den Zylindern Z1 und Z2 ist ein erster Klopfsensor SK1 am Motorblock 10 angeordnet, während zwischen den Zylindern Z3 und Z4 ein zweiter Klopfsensor SK2 angeordnet ist. Der Abstand in Motorlängserstreckungsrichtung zwischen dem ersten Klopfsensor SK1 und dem ersten Zylinder Z1 ist mit a bezeichnet. Der Abstand zum Zylinder Z4 ist dann 5a. Zum Zylinder Z2 besteht ebenfalls der Abstand a, und zum Zylinder Z3 der Abstand 3a. Bei einer Zündfolge Z1-Z3-Z4-Z2 mögen sich

die Kolben der Zylinder Z1 und Z4 bei einem Kurbelwinkel von 0° im oberen Totpunkt befinden. Dann befinden sich die Kolben der Zylinder Z2 und Z3 bei einem Kurbelwinkel von 180° im oberen Totpunkt. Zwei Zylinder im oberen Totpunkt laufen jedoch in unterschiedlichen Arbeitstakten, weswegen die Kenntnis des Kurbelwinkels allein nicht ausreicht, den Arbeitstakt festzulegen.

Es sei angenommen, daß ein Motor vorliegt, bei dem jeder Zylinder im Bereich des oberen Totpunkts beim Übergang vom Ausstoßtakt zum Ansaugtakt besonders starke Geräusche erzeugt, nämlich durch das Aufschlagen des Nockens auf den Stößel des Öffnungsventils, durch das Kippen des Kolbens beim Durchlaufen des oberen Totpunkts und schließlich durch das Aufschlagen des Tellers des Auslaßventils auf seinen Sitz. Dieser Taktzeitraum wird im folgenden als Überschneidungstakt bezeichnet. Durchläuft der Zylinder 1 seinen Überschneidungstakt, werden die dabei erzeugten Geräusche vom ersten Klopfsensor SK1 erheblich stärker erfaßt, als wenn die entsprechenden Geräusche vom Zylinder Z4 abgegeben werden. Die Schallintensität nimmt etwa mit dem Quadrat der Entfernung der Zylinder vom Klopfensor ab, so daß die Intensitäten etwa im Verhältnis von 25 : 1 zueinander stehen. Für die Signale von den Zylindern Z2 und Z3 gilt etwa das Verhältnis 9 : 1. Eine besonders sichere Arbeitstakterkennung ist also möglich, wenn Signale bei einem Kurbelwinkel erfaßt werden, in dem die Kolben der Zylinder Z1 und Z4 jeweils im oberen Totpunkt stehen. Werden starke Geräusche vom Klopfensor SK1 gemessen, ist dies das Zeichen dafür, daß Zylinder Z1 im Überschneidungstakt lief. Andernfalls lief Zylinder Z4 im Überschneidungstakt. Zum Erfassen des Kurbelwinkels ist wiederum ein Kurbelwinkelsensor 11 vorhanden.

Wie bereits erläutert, treten besonders starke Motorgeräusche in der Regel innerhalb einem vorgegebenen Kurbelwinkelbereich auf. Es empfiehlt sich daher, Signale von den Klopfensoren nicht nur jeweils bei einem einzigen vorgegebenen Kurbelwinkel zu erfassen, sondern integrierte Signale zu verwenden. Zum Integrieren der Signale von Klopfensoren wird in der Regel eine Schaltung verwendet, wie sie durch Fig. 4 veranschaulicht ist. Gemäß ihr werden die Signale von den zwei Klopfensoren SK1 und SK2 wahlweise über einen Umschalter 12 auf einen Verstärker 13, einen folgenden Bandpaß 14, einen Gleichrichter 15 und einen Analogintegrator 16 geschickt. Der Umschalter 12 wird mit Hilfe eines Signals vom Kurbelwellensensor 11 umgeschaltet. Das Signal setzt mit jedem Umschalten auch den Integrator 16 zurück. Am Ausgang des Integrators 16 steht jeweils einige Zeit nach seinem Rücksetzen ein Integrationssignal SI S1 oder SI S2 an, je nachdem auf welchen Klopfensor gerade geschaltet ist.

Ein mit Hilfe der Anordnungen gemäß den Fig. 3 und 4 ausführbares Verfahren ist durch das Flußdiagramm von Fig. 5 veranschaulicht. In einem Schritt s5.1 wird überprüft, ob der Kurbelwinkel einen vorgegebenen Wert nach dem oberen Totpunkt der Zylinder Z1 und Z4 erreicht hat. Ist dies der Fall, wird in einem Schritt s5.2 der Integrationswert SI S1 vom ersten Klopfensor SK1 erfaßt. Der erfaßte Wert wird mit einem Schwellenwert S TH verglichen (Schritt s5.3). Wird der Schwellenwert überschritten, zeigt dies an, daß sich Zylinder Z1 im Ansaugtakt befindet. Andernfalls befindet sich Zylinder Z4 im Ansaugtakt.

Bei dem durch Fig. 5 veranschaulichten Verfahren wird nur das Signal vom ersten Klopfensor SK1 ausge-

nutzt. Wie durch Fig. 4 veranschaulicht, steht aber auch das Signal SI S2 vom zweiten Klopfsensor SK2 zur Verfügung. Dieses Signal kann ausgenutzt werden, um das Meßergebnis weiter abzusichern. Als Bedingung zur Arbeitstakterkennung reicht es dann nicht aus, daß das Signal vom einen Klopfsensor einen Schwellenwert überschreitet, sondern es muß die zusätzliche Bedingung erfüllt sein, daß das Signal vom anderen Klopfsensor unter dem Schwellenwert bleibt. Übersteigen beide Signale den Schwellenwert oder bleiben beide unter demselben, wird der Erkennungsversuch als erfolglos verworfen.

Wird nur bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel gemessen, ist eine Zylindererkennung alle 360° möglich. Werden die Meßwerte von mindestens einem der beiden Klopfensoren dagegen alle 180° Kurbelwinkel erfaßt, ist auch eine Arbeitstakterkennung alle 180° möglich. Es muß dann allerdings zwischen den Signalen von den Zylindern Z2 und Z3 unterschieden werden, welche Signale sich in ihrer Stärke weniger voneinander unterscheiden als die Signale von den Zylindern Z1 und Z4, weswegen diese Erfassung störanfälliger ist.

In allen Fällen der Auswertung der Signale von Klopfensoren empfiehlt es sich stark, solche Motorgeräusche auszuwerten, die in einem anderen Winkelbereich anfallen als in demjenigen Winkelbereich, in dem Klopfen auftreten kann, um die Arbeitstakterkennung nicht durch eventuell auftretende Klopfsignale zu verfälschen.

Zur Klopfenerkennung wird der Umschalter 12 der Schaltung gemäß Fig. 4 herkömmlicherweise so betätigt, daß jeweils das Signal von demjenigen Klopfsensor erfaßt wird, der am nächsten bei demjenigen Zylinder liegt, in dem gerade Klopfen auftreten kann. Bei einer Zündfolge Z1-Z3-Z4-Z2 ist die Schaltfolge somit SK1-SK2-SK2-SK1. Soll im Startfall eines Motors eine Zylindererkennung möglichst schnell, sicher und einfach ausgeführt werden, empfiehlt es sich, von dieser Umschaltfolge abzuweichen, nämlich wiederholt auf nur einen der beiden Klopfensoren so lange zu schalten, bis die Takterkennung erfolgreich abgelaufen ist. Weswegen dies zweckmäßig ist, geht aus dem anhand von Fig. 5 erläuterten Verfahrensablauf hervor.

Die Ausführungsbeispiele betreffen die Arbeitstaktererkennung bei einem Vierzylinder-Viertaktmotor. Bei einem Motor mit mehr als vier Zylindern laufen die Verfahren entsprechend ab. Bei Motoren ab sechs Zylindern lassen sich Zylindergeräusche sehr sicher einzelnen Zylindern zuordnen, da derartige Motoren in der Regel über zwei Zylinderbänke verfügen und sich in jeder Bank immer jeweils nur ein Kolben im oberen Totpunkt befindet.

Die erläuterten Verfahren veranschaulichen, wie Verbrennungsablauf-Sensoren einer zusätzlichen Nutzung zugeführt werden können, nämlich derjenigen des Erkennens des jeweiligen Arbeitstaktes eines Zylinders. Je mehr Signale von einzelnen Sensoren ausgenutzt werden, desto schneller und/oder sicherer kann eine Arbeitstakterkennung erfolgen. Dies ist insbesondere beim Starten eines Motors von Vorteil.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen des jeweiligen Arbeitstaktes der Zylinder eines Viertaktmotors, bei welchem Verfahren Sensorsignale verarbeitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal von mindestens einem Verbrennungsablauf-Sensor erfaßt

wird und aus dem Pegel des Signales auf den Arbeitstakt des überwachten Zylinders, und damit auch der anderen Zylinder, geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale von mindestens einem Drucksensor ausgewertet werden, der in einem Zylinder angeordnet ist, und daß aus der Stärke der empfangenen Signale auf den Arbeitstakt des überwachten Zylinders geschlossen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Sensorsignale bei jeweiligen Kurbelwinkeln erfaßt werden, bei denen sich jeweils ein Kolben in einer Stellung befindet, in der maximaler Zylinderdruck herrscht,
- die Signale mit einem Schwellenwert verglichen werden,
- und dann, wenn der Schwellenwert von einem Sensorsignal überschritten wird, hieraus geschlossen wird, daß sich der Zylinder, von dem das Signal kommt, in seinem Verbrennungstakt befindet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Sensorsignale von mindestens zwei Körperschallsensoren ausgewertet werden, die so am Motorblock angebracht sind, daß sie die von einem jeweiligen Zylinder ausgehenden Schallwellen unterschiedlich stark empfangen, wodurch den Sensorsignalen Zylinder zuordenbar sind, und daß aus der Stärke der empfangenen Signale innerhalb eines jeweils vorgegebenen Kurbelwinkelbereichs, der von einem Kurbelwinkelsensor erfaßt wird, auf die jeweiligen Arbeitstakte der Zylinder geschlossen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Sensorsignale in jeweiligen Kurbelwinkelbereichen ausgewertet werden, in denen sich jeweils ein Kolben in der Nähe seines oberen Totpunktes befindet,
- die Signale mit einem Schwellenwert verglichen werden,
- und dann, wenn der Schwellenwert von einem Sensorsignal überschritten wird, hieraus geschlossen wird, daß sich der zugeordnete Zylinder in seinem Ansaugtakt befindet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

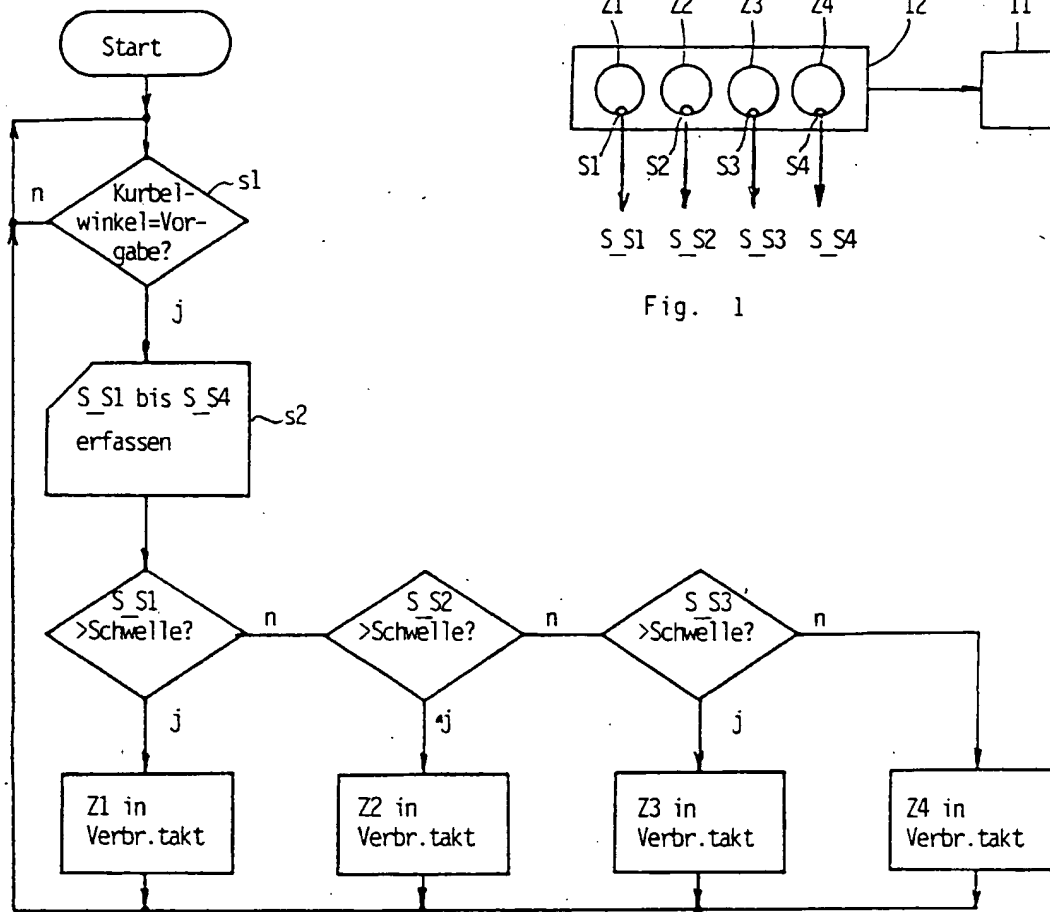


Fig. 1

Fig. 2

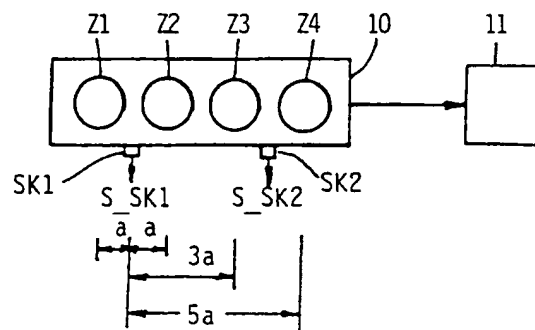


Fig. 3